12 ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ТИСКОМ

12.1. Загальна характеристика обробки металів тиском (ОМТ)

Обробка металів тиском базується на здатності металів за певних умов набувати пластичної (залишкової) деформації під дією зовнішніх сил.

Повна деформація тіла у момент дії навантаження складається з пружної (що виникає першою) і пластичної (залишкової) деформацій.

Вирішальний вплив на пластичність чинять дефекти кристалічної будови: точкові та лінійні.

12.2. Вплив факторів на процеси обробки тиском металів

На процеси деформування і руйнування металів впливають: схема навантаженого стану, хімічний і фазовий склад, температура, швидкість деформування.

Технологічні властивості металів визначають можливість, неможливість або часткову можливість тих чи інших металів (матеріалів) формозмінюватися під впливом зовнішніх сил. *Певні сплави (чавуни, силумін тощо) мають практично нульову пластичність, отже, отримати з них заготовку пластичним деформуванням або неможливо взагалі, або можливо лише за спеціальними схемами деформування.*

Ковкість – це властивість металу змінювати свою форму під дією ударів або тиску, не руйнуючись. У ковких металів відносно висока пластичність і низький опір деформуванню.

Пластичність – здатність матеріалу незворотно змінювати свою форму й розміри під час деформування.

Пластичність прямо залежить від хімічного складу матеріалу – з підвищенням вмісту вуглецю в сталі пластичність падає.

Певні хімічні елементи здатні підвищувати, інші – зменшувати пластичність, ковкість.

Опір деформуванню (σ_S) – сума внутрішніх сил, що перешкоджають формозміні. На опір деформуванню впливають температура, швидкість і ступінь деформування, характер напруженого стану, тертя.

12.3. Температурно-швидкісні умови пластичного деформування

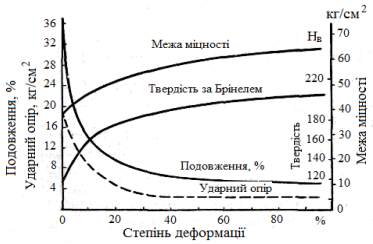


Рисунок 12.1 – Вплив холодної деформації на механічні властивості низьковуглецевої сталі

Характер пластичної деформації залежить від співвідношення процесів зміцнення і знеміцнення (рекристалізації). Розрізняють деформації: холодну, гарячу, неповну холодну, неповну гарячу.

12.3.1. Холодна ОМТ

Холодне пластичне деформування (ПД) проходить при температурах, нижчих 0,4 температури плавлення (для чистих металів). Зерна видовжуються, утворюється волокниста структура (текс-тура), підвищуються міцність, пружність і твердість металу – це на-

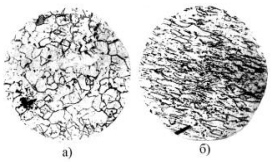


Рисунок 12.2 – Мікроструктура низьковуглецевої сталі: а – до холодного деформування; б – після холодного деформування

зивається явищем *наклепу*. Наклеп може бути усунений відпалюванням.

Волокнистість структури виникає від витягування в напрямку течії металу неметалевих вкраплень на межах зерен. Волокнистість істотно впливає на механічні властивості й не знімається термічною обробкою.

12.3.2. Гаряча ОМТ

Гаряча деформація – деформація, вища за температуру рекристалізації (для чистих металів $T_{рк} \approx 0{,}4T_{пл}$), після якої метал не набуває зміцнення. *Рекристалізація* (зародження і зростання нових зерен у твердому металі) встигає пройти повністю, нові рівновісні зерна повністю замінюють деформовані зерна, спотворення кристалічних решіток відсутні.

Гаряча обробка металів тиском має переваги:

- складові металу розподіляються більш рівномірно, ніж до обробки;
- зменшуються розміри зерен, що призводить до поліпшення механічних властивостей;
- метал стає більш суцільним унаслідок зварювання та спресовування газових порожнин і нещільностей.

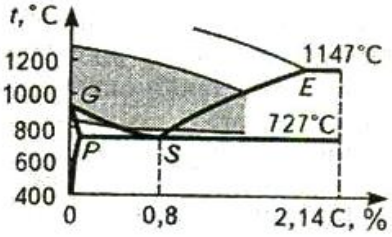


Рисунок 12.3 – Нагрівання для гарячої об-робки тиском

12.4. Вплив обробки тиском на макроструктуру та властивості виробу

Як уже зазначалося, волокна, утворені пластичним деформуванням металу, істотно впливають на механічні властивості в різних напрямках (анізотропія).

Правильне розміщення волокон при обробці тиском дозволяє істотно підвищити механічні властивості виробу.

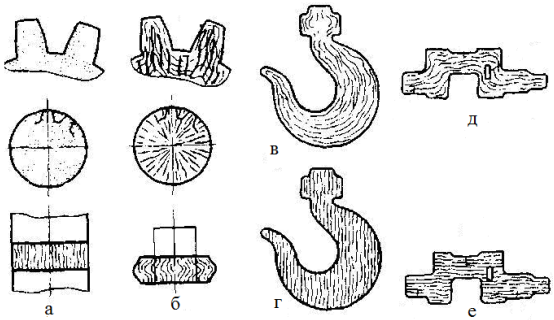


Рисунок 12.4 – Вплив перерозподілу волокон у металі після обробки тиском : а, г, е – неправильно (лише шляхом механічної обробки заготовки); б, в, д – правильно (шляхом попереднього пластичного деформування заготовки)

Унаслідок пластичного деформування можна як сформувати волокнисту структуру, так і правильно розташувати ці «волокна», додаючи заготовці (виробу) міцності.

Для досягнення найвищих механічних показників заготовку обов'язково проковують (кують), перерозподіляючи метал заготовки пластичним деформуванням. Особливо це стосується легованих сталей з високим вмістом вуглецю.

Унаслідок кування отримують заготовки – *поковки*, які, як правило, відрізняються від деталей на величину припусків на механічну обробку, технологічних припусків (напусків, ухилів тощо). Чим досконаліша технологія, тим менші припуски.

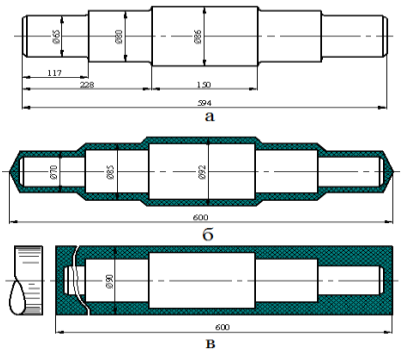


Рисунок 12.5 – Схема отримання деталі (а) з поковки (б) та з прокату (в)

12.5 Нагрівання металу перед обробкою тиском

Використовують печі камерні, методичні, індукційного, контактного нагрівання.

Рисунок 12.6 – Камерна піч

Камерні печі

Бувають полуменевого нагрівання та електронагрівальні. Є періодичної дії для одиничного виробництва або для габаритних заготовок. Тут заготовка(и) залишається нерухомою впродовж нагрівання.

Методичні печі

Бувають полуменевого нагрівання та електронагрівальні. Є безперервної дії, коли заготовки рухаються

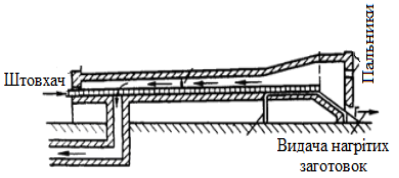


Рисунок 12.7 – Методична піч

всередині печі від завантажувального вікна до вивантажувального і поступово прогріваються.

Печі індукційного нагрівання

Це високошвидкісні нагрівачі негабаритних заготовок за рахунок виникнення вихрових струмів у електромагнітному полі високої частоти. Потребують складного обладнання і налаштування.

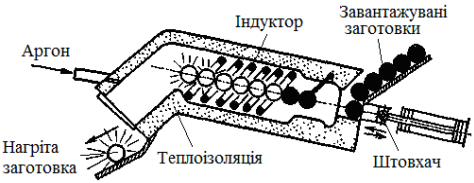


Рисунок 12.8 – Індукційний нагріваль-ний пристрій

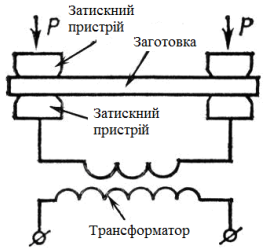


Рисунок 12.9 – Схема елект-роконтактного нагрівання

Печі електроконтактного нагрівання

Високошвидкісне нагрівання негабаритних заготовок відбувається за рахунок внутрішнього електричного опору заготовки під час пропускання крізь неї струму високої сили.

12.6. Класифікація видів обробки металів тиском

Є методи отримання заготовок постійного поперечного перерізу по довжині – прокатування, волочіння, пресування.

Є методи отримання заготовок змінного поперечного перерізу по довжині – кування, штампування.

Прокатування – ротаційне обтискання валками, що обертаються.

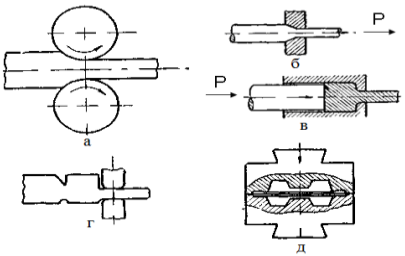


Рисунок 12.10 – Схеми обробки заготовок тиском: а – прокатування; б – волочіння; в – пресування; г – кування; д – штампування

Волочіння – витягування металу з порожнини інструмента.

Пресування – видавлювання металу з порожнини інструмента.

Кування – стискання між площинами інструмента.

Штампування – деформація металу, що призводить до його розтікання в порожнині інструмента.

Обов'язковою умовою, що вирізняє прокатування з-поміж інших процесів, – це рушійний пристрій, що надає обертового моменту валкам.

Прокатуванню піддають до 90 % усього об'єму сталі, що виплавляється, і більшу частину кольорових металів.

12.7. Характеристика прокатного виробництва

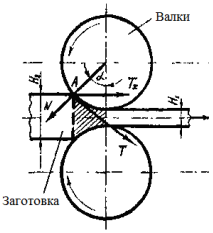


Рисунок 12.11 – Схема поздов-жнього прокатування

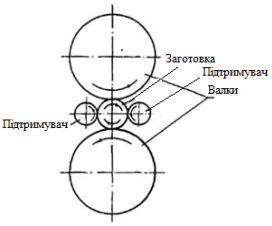


Рисунок 12.12 – Схема попере-чного прокатування

Деформування під час прокатування відбувається у прокатному стані. Розрізняють поздовжнє, поперечне і поперечно-гвинтове прокатування.

12.7.1. Поздовжнє прокатування

Валки обертаються назустріч один одному, деформуючи заготовку, яка втягується в зазор між валками силою тертя (сила Т). Одночасно на заготовку діє сила тиску (сила N).

12.7.2. Поперечне прокатування

Валки обертаються в один бік й осі їх паралельні, а заготовка деформується ними під час обертання навколо своєї осі.

За схемою поперечного прокатування виготовляють осі, вали (поперечно-клиновим прокатуванням), зубчасті колеса, зірочки тощо.

12.7.3. Поперечно-гвинтове прокатування

Валки обертаються в один бік, осі їх розміщені під деяким кутом, а заготовка обертається й одночасно переміщується вздовж своєї осі.

За цією схемою виготовляють безшовні труби, кульки, втулки тощо.

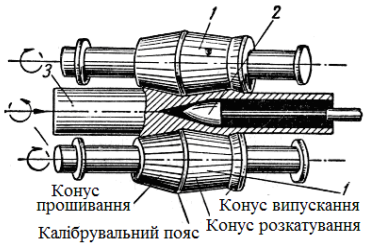


Рисунок 12.13 – Схема поперечно-гвинтового прокатування – отримання гільзи для безшовної труби

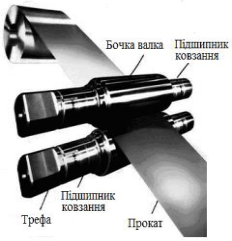


Рисунок 12.14 – Схема отри-мання листового прокату на гладких валках

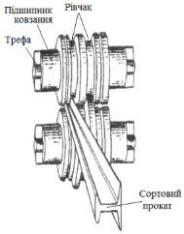


Рисунок 12.15 – Схема отримання сортового прокату на рівчакових валках

Залежно від профілю виробу, що прокатується, валки можуть бути:

- гладкі, використовувані для прокатування листів, стрічок;
- рівчакові (з калібрами) для виготовлення складних профілів.

12.8. Продукція прокатного виробництва

Рисунок 12.16 – Сортамент прокату: 1 – квадрат; 2 – шестикутник; 3 – пруток; 4 – круг; 5 – труба; 6 – стрічка; 7 – лист; 8 – кутик; 9 – швелер; 10 – арматурний профіль

Це сортовий, листовий, трубний і спеціальний прокат.

Сортовий прокат є простим і фасонним.

Простий – круг, квадрат, шестикутник, трикутник, еліпс у поперечному перерізі. Фасонний – кутик, швелер, тавр, двотавр, арматура тощо.

Листовий прокат є тонколистовим (покрівельна сталь, трансформаторна, електротехнічна), товстолис-

товий (резервуарна сталь, котельна, броньова). Є ще фольга і широкосмугова сталь.

Трубний прокат – це зварні й безшовні труби. Крім того, виробляють труби фасонні й змінного перерізу.

Спеціальний прокат – зубчасті колеса, вагонні колеса, кулі, гвинти, шнеки, періодичні, гнуті профілі, кільця, осі, бандажі тощо.

12.9. Технологія виробництва основних видів прокату

Технології отримання прокату зі сталі мають багато спільного і можуть бути узагальнені такою схемою:

Рисунок 12.17 – Загальна схема технологічного процесу прокатування

12.9.1. Технологія отримання листового прокату

Зливки масою до 45 т металу спочатку прокатують на обтискних станах – слябінгах із довжиною бочки до 3000 мм. Отримують напівфабрикат – сляби (S = 300 х

х 1600 мм) для подальшого прокатування на заготовку для листів.

Сляб прокатують (після другого нагрівання) в товстий лист на станах із двома робочими клітями (чорновою і чистовою), розміщеними одна за одною. Перед чорновою кліттю збивають окалину (невеликим обтиском і водою під тиском до 12 МН/м^2).

Отримують *товстолистову* заготовку для обробки на листових станах.

Тонкі листи прокатують як гарячими, так і холодними. Катають у безперервних станах, що складаються з двох груп робочих клітей,– чорнового і чистового.

Листи тонше 2 мм отримують холодним прокатуванням. Це забезпечує високу якість поверхні, точність за товщиною, проте потребує високої жорсткості валків, що забезпечується багатовалковими клітями, де лише два валки є робочими.

Після холодного прокатування матеріал відпалюють у захисних газах, обрізають кромки, розрізають.

12.9.2. Технологія отримання гнутих профілів

Гнуті профілі отримують шляхом холодного згинання стального листа або стрічки (штрипсу). Штрипс отримують, розрізаючи листову сталь дисковими ножами.

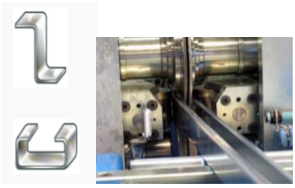


Рисунок 12.18 – Отримання гнутих профілів

Такі гнуті профілі отримують у багатоклітьовому стані шляхом послідовного згинання стрічки.

У будівництві використовують гнуті профілі у вигляді швелерів, деталей таврового перерізу. Ефективно використовувати гнуті профілі в огороджувальних будівельних конструкціях.

12.9.3. Технологія отримання сортового прокату

Вихідною заготовкою при прокатуванні є сталеві зливки масою до 60 т.

Спочатку зливок у гарячому стані прокатується на великих обтискних дуостанах – блюмінгах із валками діаметром 800–1400 мм на заготовки-напівфабрикати квадратного перерізу, що мають назву блюмів (S = 450 х 450 мм); вони є напівфабрикатом для подальшого прокатування сортових профілів.

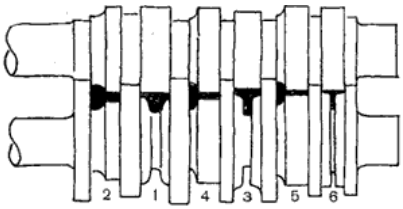


Рисунок 12.19 – Схема калібрування таврового профілю у багаторівчаковому валку, цифри показують послідовність калібрів

Далі блюми прокатують на сортових станах, у яких заготовка послідовно проходить через ряд калібрів (калібрується). Після прокатування отримані вироби відрізають на необхідні за довжиною і правлять (рихтують, калібрують) у холодному стані.

12.9.4. Технологія виготовлення труб

Розрізняють труби шовні (загального призначення) і безшовні (для високонавантажених конструкцій, можуть витримувати високий тиск).

Технологія безшовних труб

Першою операцією отримання безшовних труб є прошивання – утворення отвору в круглому прокаті. Заготовка завдяки трьом валкам, що мають осі, розташовані під кутом, набуває одночасно обертальної і поступальної ходи, виникають радіальні розтягувальні напруження, які полегшують прошивання отвору оправкою, що встановлена на шляху руху заготовки.

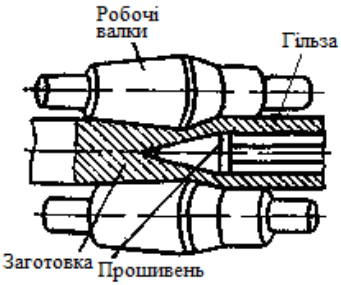


Рисунок 12.20– Схема поперечно-гвинтового прокату (отримання гільзи безшовної труби)

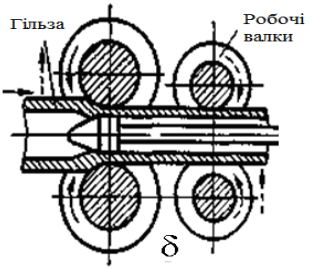


Рисунок 12.21 – Автоматичний стан для розкатування гільзи безшовної труби

Наступною операцією є прокатування отриманої заготівки-гільзи в трубу потрібного діаметра і товщини стінки на автоматичних і пілігримових (періодичних) станах – заготовці задають зворотно-поступальний рух із прокручуванням.

Витягування труби при розкатуванні на пілігримових станах становить 10–14, в той час як на автоматичних станах витяжка не перевищує 5.

Остаточно труба калібрується незначним обтисканням.

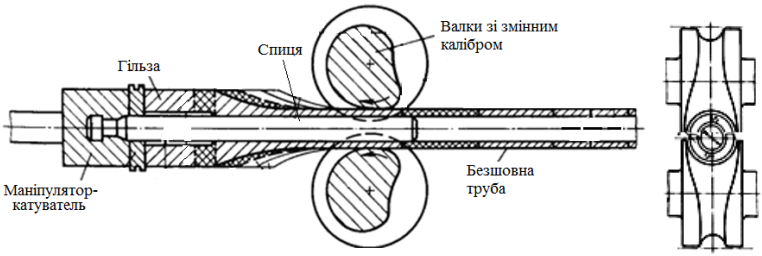
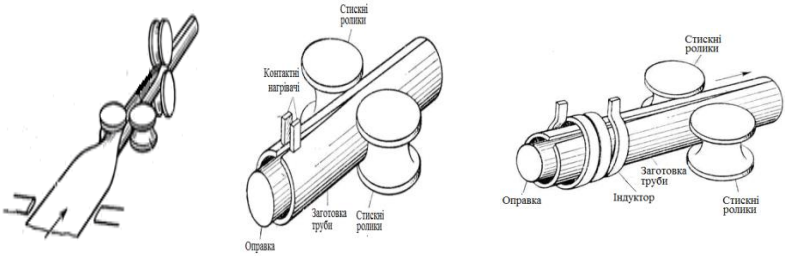


Рисунок 12.22 – Пілігримовий стан

Технологія шовних труб

Шовні труби одержують із плоскої заготовки – стрічки (штрипса) або з листів, ширина яких відповідає довжині кола труби.



а б в

Рисунок 12.23– Технологія отримання шовної труби: а – схема згортання труби зі штрипсу; б – зварювання стиків контактним нагріванням; в – зварювання стиків індукційним нагріванням

Трубу виготовляють за такою технологією:

- формування плоскої заготовки в трубу;
- зварювання труби (пічне зварювання, індукційне, контактне;
- обробка та калібрування.

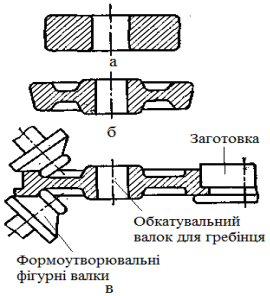


Рисунок 12.24 – Схема отримання заготовки вагонного колеса: а – поковка; б – штампована поковка; в – розкатування

12.9.5. Технологія виготовлення спеціального прокату

До спеціального прокату відносять прокат, що не ввійшов до класифікації, а саме: бандажі, кільця, колеса, кульки, періодичний профіль тощо.

Виготовлення залізничних коліс

Початковою заготовкою є зливки або прокат круглого перерізу. Після нагрівання заготовку осаджують на гідравлічному пресі й прошивають отвір; потім на пресі формують маточину, диск і контур обода.

Отримана заготовка надходить на колесопрокатний (розкатувальний) стан, де розкатують диск, обід і остаточно формують гребінець на ободі колеса.

Виготовлення кілець і бандажів

Початковою заготовкою є прокат круглого перерізу. Після нагрівання заготовку осаджують й прошивають отвір.

Отримана заготовка надходить на кільцерозкатувальний стан, де кільце розкатують на потрібний діаметр (для підшипникових кілець формують також бігову доріжку для кульок).

Прокатування періодичних профілів

Періодичний профіль – прокат зі змінним поперечним перерізом. Застосовують його як фасонну заготовку для подальшого штампування і як заготовку під остаточну механічну обробку.

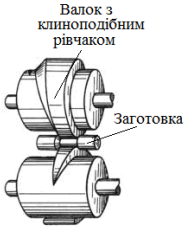


Рисунок 12.25 – Попе-речно-клинове про-катування осі

Періодичні профілі виготовляють:

- поперечним (поперечно-клиновим) прокатуванням;
- поперечно-гвинтовим прокатуванням;
- прокатуванням на періодичних станах.

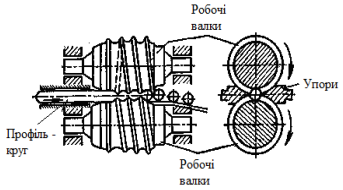


Рисунок 12.26 – Схема отримання заготовок – кульок

Виготовлення заготовок – кульок

Технологія отримання кульок базується на обробці за схемою поперечного чи поперечно-гвинтового прокатування.

Валки обертаються в один бік. Рівчаки валків відповідної форми зроблено по гвинтовій лінії.

Заготовка при прокатуванні набуває обертальної та поступальної ходи.

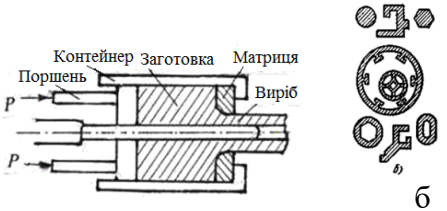
12.10. Технологія пресування

Під час пресування метал витискають пуансоном із контейнера через калібрований отвір у матриці, що відповідає перерізу отримуваного виробу.

Пресуванням виготовляють суцільні й порожнисті вироби також складного профілю з алюмінію, міді, титану, цинку, з вуглецевих і легованих сталей, оскільки діє схема всебічного стискання.

Пресування інколи є єдиним способом виготовлення виробів складного профілю.

Пресують, як правило, в гарячому стані двома методами:



а б

Рисунок 12.27 – Схема прямого пресування (а) та приклад пресованих профілів

- прямим пресуванням – напрямок виходу металу крізь отвір у матриці збігається з напрямком руху пуансона.

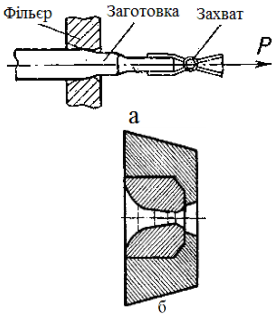


Рисунок 12.28 – Схема волочіння (а) та профіль отвору філь'єри (б)

- зворотним пресуванням – напрямок виходу металу крізь отвір у матриці не збігається з напрямком руху пуансона.

12.11. Технологія волочіння

Під час волочіння прокатні або пресовані заготовки протягують через отвір певного перерізу. Таким чином, дістають точних розмірів, високої якості поверхні отриманих виробів.

Інструментом волочіння є волочильна дошка (волока, матриця, фільєра). Волочінням отримують дріт діаметром 0,002–10 мм, капілярні трубки, калібровані прутки та фасонні профілі.

Волочіння пустотілих заготовок проводять на ланцюговому волочильному стані, простого суцільного перерізу – на барабанних.

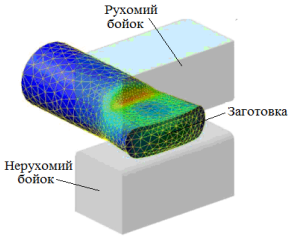


Рисунок 12.29 – Схема операції кування – «роздавання»

12.12. Технологія кування

Кування – вид гарячої обробки металів тиском, при якому метал деформується за допомогою універсального інструменту. Нагріту заготовку укладають на нижній бойок і універсальним інструментом – верхнім бойком послідовно деформують на окремих ділянках заготовки.

Метал вільно тече в боки, не обмежені робочими поверхнями інструменту.

Заготовки, що отримують, називають поковками. Поковка відрізняється від деталі припуском.

Куванням одержують поковки в одиничному виробництві або великогабаритні.

До операцій кування відносять: осадження, висадження, прошивання, згинання, протягування, кування на круг, роздавання, протягування на оправці, розкатування на оправці, рубання, скручування, передавання металу тощо.

У разі складної форми поковки, під час кування застосовують підкладений інструмент – кільця, універсальні штампи тощо.

Під час кування застосовують машини динамічної дії – молоти та машини статичної дії – преси.

У молотах заготовка деформується енергією падіння рухомої частини молота – баби (повітряні) й, додатково, тиску пари (пароповітряні). Молоти завдають удари енергією до 200 кДж.

У пресах деформування заготовки відбувається за рахунок енергії тиску рідини (в гідравлічних), важелів (у кривошипних) тощо.

Преси розвивають зусилля від 5 до 100 МН.

12.12.1. Спеціальні способи кування

До спеціальних способів кування відносять обробку заготовок на радіально-кувальних (чотирибойкових) машинах, ротаційно-кувальних машинах.

Радіально-кувальні (чотирибойкові) машини РКМ

Таке компонування бойків створює умови, схожі на всебічне обтискання і дозволяє працювати з важкодеформованими матеріалами.

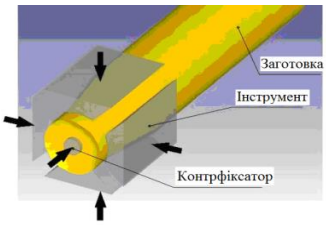


Рисунок 12.30 – Схема радіально-кувальної машини РКМ

Під час кування двома бойками (за традиційною технологією) після кожного обтиску є значне бічне розширення металу, що знижує інтенсивність витяжки заготовки у напрямі її подовжньої осі. Це призводить до значної витрати часу на кантування, додаткові операції.

За рахунок чотирибічного обтискання бічне розширення металу мінімальне. Тому потрібно менше циклів обтисків та кантувань заготовки. Це приводить до підвищення продуктивності процесу кування.

Ротаційно-кувальна машина

Процес обтискання характеризується часто повторюваними ударами бойків (до 800 на хвилину) з невеликою амплітудою під час обертання ротора по виступах на статорі. За схемою обтиску нагадує радіально-кувальну машину.

Обробляються складнодеформовані матеріали – швидкорізальні, леговані сталі; металокераміка тощо.

Типовими поковками, що виготовляються радіальним обтисканням, є тіла обертання: конічні вали, спиці, голки, труби з відтягнутими на конус кінцями тощо.

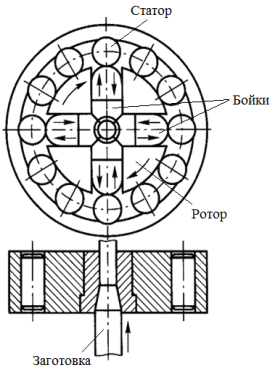


Рисунок 12.31 – Схема ротаційно-кувальної машини

12.13. Технологія штампування

Основною перевагою штампування є отримання однакових за формою, розмірами заготовок у значній кількості в один (декілька) рухів спеціального інструмента (штампа). Штампуванням одержують заготовки в серійному виробництві, оскільки штамп є складним і дорогим інструментом.

Розрізняють штампування об'ємне і листове. При об'ємному штампуванні вхідною заготовкою є зливок або сортовий прокат (поковка). При листовому штампуванні вхідною заготовкою є листовий прокат.

а)

б)

Рисунок 12.32 – Заготовки, отримані листовим (а) та об’ємним (б) штампуванням

Об'ємне і листове штампування може бути холодним і гарячим.

Переважно для чорних металів при об'ємному штампуванні використовується нагрівання до температур, коли знімається зміцнення від ПД. Для листових чорних металів при листовому штампуванні нагрівання застосовують при товщині заготовки вищій за 10 мм.

12.13.1. Гаряче об'ємне штампування (ГОШ)

Формоутворення при ГОШ здійснюється примусовим перерозподілом металу нагрітої заготовки в спеціальному інструменті – штампі, що складається із частин – напівматриць. Течія металу обмежується поверхнями порожнини штампа. Заготовка, поміщена в робочу порожнину штампа, пластично деформується, набуваючи конфігурації та розмірів порожнини.

Заготовки, що отримують, називають штампованими поковками. Штампована поковка на відміну від кованої має менші припуски на механічну обробку.

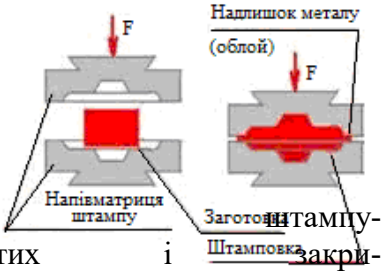


Рисунок 20.33 – Схема

Розрізняють штампування у відкритих і закритих штампах.

Штампуванням об'ємного штампування *у відкритих штампах* одержують поковки з облоєм у місці рознімання штампа. Метод має недоліки: витрати металу на облой, введення операцій на обрізання облою, додаткові енергетичні витрати.

Штампування в закритих штампах – спосіб одержання штамповок без відходів з доброю мікроструктурою з навіть малопластичних матеріалів завдяки всебічному тиску. Проте потрібен точний розрахунок об'єму і стійкість штампів невисока.

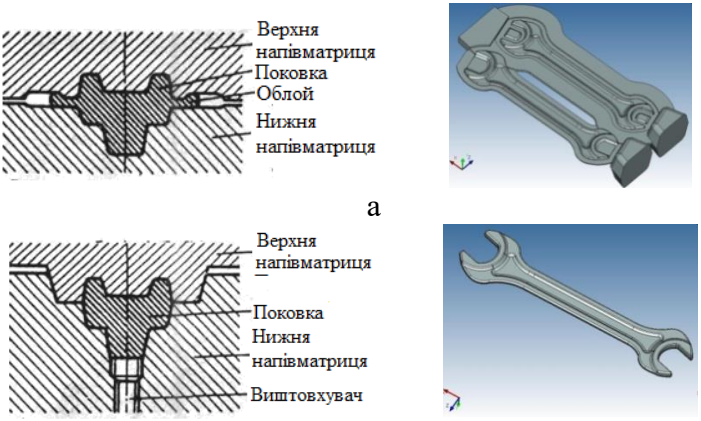


Рисунок 21.34 – Відмінності відкритого та закритого штампування

Спосіб гарячого об'ємного штампування обирають з урахуванням програми випуску і характеристик оброблюваного матеріалу. Штампи виготовляють із дорогої штампової сталі, легованої хромом, нікелем, вольфрамом, молібденом, ванадієм після термічної обробки. Стійкість гарячих штампів невелика – 3000 - 10000 шт. поковок, тому гаряче штампування вигідне лише для достатньо великих партій деталей (тисяч і десятків тисяч штук).

Складні поковки (зі змінами перерізів за довжиною, вигнутою віссю і т. п.) штампують за декілька переходів у складних багаторівчакових штампах.

Обладнання для штампування

Штампування здійснюють на різних машинах: штампувальних молотах, кривошипних гарячештампованих пресах, гідравлічних і фрикційних пресах, горизонтально-кувальних і горизонтально-згинальних машинах, ковальських вальцях тощо. Штампувальні молоти відрізняються від ковальських більшою жорсткістю – шабот зв'язаний зі станиною.

12.13.2. Штампування видавлюванням

Характеризується тим, що метал видавлюється із замкненої порожнини (матриці) поршнем (пуансоном).

Для видавлювання зазвичай застосовують високопластичні метали – алюміній, мідь. У більшості випадків видавлювання проводять без нагрівання.

При видавлюванні отримуємо напівфабрикат змінного перерізу, що потребує подальшої обробки, – бляшанки, туби для фарб, паст тощо (на відміну від пресування, коли отримуємо профіль сталого перерізу за довжиною).

Заготовкою слугує рондель – круг, вирубаний з листа.

Залежно від течії металу розрізняють штампування з прямим, зворотним, бічним і комбінованим видавлюванням.

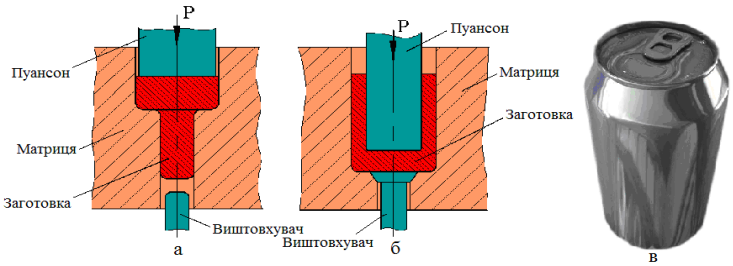


Рисунок 12.35 – Штампування видавлюванням: а – пряме; б – зворотне; в – виріб

12.13.3. Штампування висадженням

Висадження – різновид штампування, коли в штампі осаджується частина заготовки або утворюється в ній місцеве потовщення необхідної форми. Вхідна заготовка (напівфабрикат) – дріт або прутки.

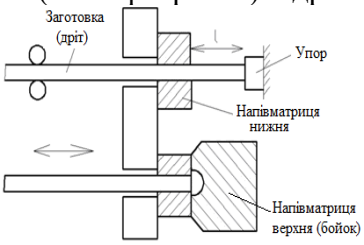


Рисунок 12.36 – Схема штампування висадженням (а) та отримувані заготовки (б)

Прості заготовки з низьковуглецевої нелегованої сталі висаджують у холодному стані.

У разі складної форми штампування проводять у декілька переходів і використовують нагрівання (індукційне, контактне).

Штампуванням на холодновисаджувальних автоматах виготовляють кріплення (метизи) – гвинти, болти, шпильки.

12.13.4. Холодне штампування

Холодне штампування – це процес формоутворення виробів у штампах за кімнатної температури.

Основними різновидами холодного об'ємного штампування є холодне видавлювання, холодне висадження і холодне об'ємне формування (штампування) за схемами, аналогічними ГОШ.

Зважаючи на зміцнення металу внаслідок наклепування, холодне штампування проводять для складних деталей у декілька переходів, із використання рекристалізаційного відпалювання, а також застосовують змащення.

Дозволяє отримати точні розміри деталі й високу якість поверхні, що в деяких випадках не потребує механічної обробки.

12.13.5. Спеціалізовані процеси об'ємного штампування

До спеціалізованих процесів штампування відносять вальцювання, калібрування, ізотермічне штампування, рідке штампування

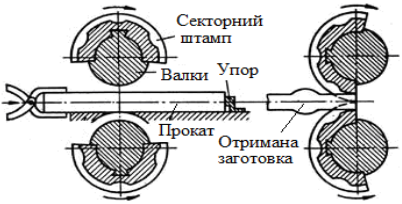


Рисунок 12.37 – Схема штампування на кувальних вальцях

Штампування на кувальних вальцях (вальцювання)

Це спрощена схема штампування, що нагадує подовжнє прокатування двома валками із закріпленими секторними штампами. Застосовується для невідповідальних виробів (гайкові ключі, лещата тощо) або для отримання заготовок для подальшої обробки на горизонтально-кувальній машині тощо.

Калібрування або карбування

У такий спосіб підвищують точність і поліпшують якість поверхні штампованих поковок. При калібруванні встановлюється малий (не більше 5–10 %) ступінь деформації (зазвичай без нагрівання).

Ізотермічне штампування

Штампування відбувається в закритих або відкритих штампах, у робочій зоні яких підтримується температура 800–1100°С. Ця технологія знайшла широке застосування для штампування магнієвих, алюмінієвих, а також титанових сплавів.

Завдяки однорідній дрібнозернистій структурі ізотермічне штампування в умовах надпластичності дозволяє одержати деталь за один перехід.

Це знижує витрату матеріалу, на 25–30 % зменшує трудомісткість механічної обробки, підвищує надійність і ресурс виробів.

Рідке штампування

Проводять у штампах, обладнаних порожнинами для заливання рідкого металу і збереження його надлишків. Спосіб схожий на лиття під тиском, проте тут тиск практично відсутній в заключній фазі.

Виготовляють вироби зі сплавів (наприклад, алюмінієвих АК), що володіють підвищеними механічними властивостями, але низькою рідкоплавкістю.

Технологія рідкого штампування дозволяє:

- знизити витрату металу на 30–40 %;
- одержати щільну і дрібнозернисту структуру без дефектів і газової пористості;
- підвищити механічні й фізичні властивості матеріалу на 15–20 %.

12.13.6. Листове штампування

Вхідною заготовкою при листовому штампуванні є листовий метал, і товщина стінок отримуваного виробу неістотно відрізняється від товщини початкової заготовки.

Заготовки до 20 мм штампують без підігрівання.

Розрізняють формоутворювальні (згинання, витягування, відбортовування, обтискання) і розділові (відрізання, вирубування і прорубування) операції листового штампування.

Робочим інструментом при листовому штампуванні є штамп, що має пуансон (виступаюча частина штампа) і матрицю (частина штампа, що має заглибину або отвір).

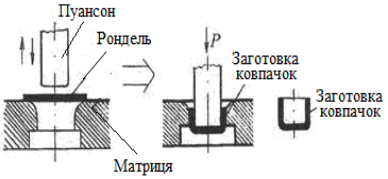


Рисунок 12.38 – Листове штампування (витягування)

Листовим штампуванням виготовляють втулки, посуд, монети, гільзи, облицювання автомобілів тощо.

Найбільш застосовувані для листового штампування кривошипні преси.

Спрощені схеми листового штампування

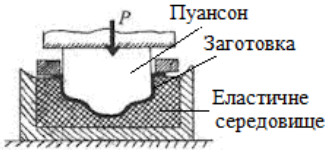


Рисунок 12.39 – Шта-мпування еластичним середовищем

До спрощених способів листового штампування відносять: штампування еластичним середовищем, штампування вибухом, електрогідравлічне штампування, електромагнітне штампування, давильні роботи.

Штампування еластичним середовищем

Замість металевого пуансона або матриці застосовують відповідний еластичний матеріал – гуму або краще поліуретан. Спосіб є актуальним для невідповідальних виробів, що мають велику кількість ребер жорсткості тощо, – каністри, баки тощо.

Штампування вибухом та електрогідравлічне штампування

Це високошвидкісна обробка. Застосовують для низькопластичних матеріалів або для габаритних виробів. Роль пуансона виконує вода, тому конструкція штампа доволі проста.

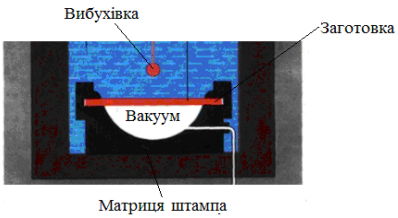


Рисунок 12.40 – Схема штампування вибухом

Над заготовкою на визначеній висоті у воді підвішують заряд із детонатором. Від вибуху заряду утвориться ударна хвиля високого тиску. При електрогідравлічному штампуванні через воду пропускають потужний електричний розряд, аналогічний до вибуху.

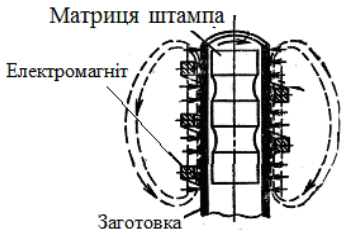


Рисунок 12.41 – Схема елек-тромагнітного штампуван-ня

Електромагнітне штампування

Електрична енергія перетвориться в механічну при імпульсному розряді через соленоїд і утворення магнітного поля.

Давильні й давильно-розкатувальні роботи

Давильними процесами отримують порожнисті деталі опуклої конфігурації дуже складної форми.

Виконуються на спеціальних верстатах під час обертального руху заготовки (деталі) або інструменту.

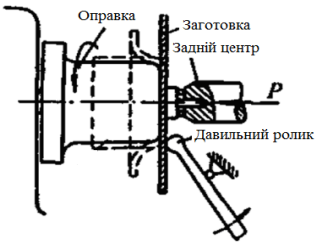


Рисунок 12.42 – Схема давильних робіт

Заготовку встановлюють симетрично між оправкою та упором і затискають. Давильний ролик тисне на заготовку, що обертається, послідовно змінюючи її форму. Після закінчення процесу готова деталь має форму оправки.

Питання до теми 12

1. Опишіть вплив зовнішніх та внутрішні чинників на процеси деформування і руйнування металів.

2. Опишіть зміну структури і властивостей при пластичному деформуванні металів.

3. Наведіть класифікацію (схема) нагрівальних пристроїв для нагрівання заготовок і дайте їм коротку характеристику.

4. Наведіть класифікацію продукції прокатного виробництва.

5. Вкажіть схему поздовжнього прокатування, наведіть приклади деталей, що отримують за такою схемою.

6. Вкажіть схему поперечного прокатування, наведіть приклади деталей, що отримують за такою схемою.

7. Наведіть технологічну схему виробництва сортового прокату.

8. Наведіть технологічну схему виробництва листового прокату.

9. Наведіть технологічну схему виробництва безшовних труб.

10. Наведіть технологічну схему виробництва шовних труб.

11. Опишіть основні технології виготовлення спеціального прокату.

12. Опишіть технологію отримання профілів волочінням.

13. Опишіть технологію отримання профілів пресуванням.

14. Технологія отримання заготовок куванням. Застосовність, схеми, принцип роботи, переваги, недоліки.

15. Технологія отримання заготовок об’ємним штампуванням. Застосовність, схеми, принцип роботи, переваги, недоліки.

16. Технологія отримання заготовок штампуванням, видавлюванням. Застосовність, схеми, принцип роботи, переваги, недоліки.

17. Технологія отримання заготовок штампуванням, висадженням. Застосовність, схеми, принцип роботи, переваги, недоліки.

18. Технологія отримання заготовок листовим штампуванням. Застосовність, схеми, принцип роботи, переваги, недоліки.

19. Спеціалізовані процеси об’ємного штампування. Застосовність, схеми, принцип роботи, переваги, недоліки.

20. Обладнання для кування та штампування. Відмітне та спільне. Переваги та недоліки.